

## О СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ В СОЗДАНИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БУРИЛЬНЫХ МОЛОТКОВ

*О. Д. Алимов, В. Ф. Горбунов*

В настоящее время, как и в течение многих предыдущих лет, основными машинами для бурения шпуров в горных породах средней и высокой крепости являются пневматические бурильные машины ударного действия — пневматические бурильные молотки (перфораторы). В последние годы рост производительности труда рабочих бурильщиков в значительной степени сдерживался малой производительностью современных бурильных молотков и значительной трудоемкостью их обслуживания.

Производительность бурильного молотка зависит от нескольких факторов, основным из которых является скорость бурения. Последняя, в свою очередь, зависит от физико-механических свойств горной породы и от количества энергии, затрачиваемой на ее разрушение. Основная часть этой энергии при ударно-вращательном бурении подводится в виде ударов. Поэтому энергия каждого удара и частота их являются решающими факторами обеспечения высоких скоростей бурения. Исходя из этого, основные работы по созданию более производительных бурильных молотков должны проводиться в направлениях повышения энергии единичного удара и увеличения их частоты.

При исследовании механизма разрушения горных пород установлено [1, 2], что при ударно-вращательном бурении шпуров диаметром 40—45 мм и глубиной 2—3 м скорость бурения повышается пропорционально увеличению энергии каждого удара (в диапазоне от 2,5 до 20—25 кгм) и частоте ударов до 6000—7000 в минуту. В современных бурильных молотках эти параметры находятся в самом начале указанного диапазона. Так, величина энергии удара составляет всего 3—8 кгм, а число ударов в наиболее быстроходных молотках не превышает 3800 в минуту.

Создать конструкции бурильных молотков с энергией удара 10—25 кгм сравнительно нетрудно. Такие конструкции создавались, но не получили применения в практике ввиду отсутствия достаточно прочного бурового инструмента (буровых штанг и буровых коронок). Таким образом, максимальная величина энергии удара бурильных молотков ограничивается прочностью со-



временного бурового инструмента. Между тем, работ в направлении изыскания более прочного к ударным нагрузкам бурового инструмента проводилось и проводится в настоящее время явно недостаточно.

Вторым резервом увеличения скорости бурения является повышение частоты ударов. Для использования этого резерва конструкторы совершенствуют существующие бурильные молотки и в ряде случаев создают машины по новым принципиальным схемам. Этому направлению, в частности, следует большинство конструкторов, создавших так называемые высокочастотные пневматические бурильные молотки. Высокочастотные (или как их называют в других источниках высокоскоростные, быстроударные, быстроходные) пневматические бурильные молотки начали внедряться на предприятиях горной промышленности в последние 2—3 года. Отличительной особенностью этих молотков является то, что они работают с числом ударов 2500—3500 в минуту вместо 1200—1800 ударов, которые обеспечивали обычные пневматические бурильные молотки. Так же, как и последние, высокочастотные молотки работают на пневматической энергии при давлении воздуха 4—6 *ати* и по принципу работы относятся к машинам ударно-вращательного действия.

Среди зарубежных конструкций наиболее высоко оценивается качество высокочастотных молотков, выпускаемых фирмами: «Атлас-Копко» (молотки RH-754-1W, ВВД-41), «Демаг» (Бергмайстер), «Тампелла» (Т-10 и Т-10с). В Советском Союзе высокочастотные молотки изготавливаются заводами «Коммунист» (молотки ПР-10, ПР-20, ПР-23, ПРС-3м) и «Пневматика» (ПР-18, ПР-25л, ПР-24л).

По весовой категории новые высокочастотные молотки относятся к ручным (весом от 10 до 28 кг) и телескопным. Из них более легкие молотки предназначаются для ведения вспомогательных работ и применяются преимущественно без подающих приспособлений, а средние и тяжелые ручные бурильные молотки — с поддерживающе-подающими приспособлениями в виде пневмоподдержек [3—7]. В литературе нет сведений о создании высокочастотных колонковых бурильных молотков. Выпускаемые в настоящее время колонковые молотки имеют число ударов в пределах 1400—2000 уд/мин. Повышенная производительность высокочастотных бурильных молотков достигается за счет большого числа ударов. Энергия единичного удара остается на уровне 3—5 *кгм*, т. е. такой же величины, как у молотков с обычной частотой ударов.

Увеличение числа ударов на 70—100% при той же величине энергии удара повышает ударную мощность молотка почти вдвое. На такую же величину возможно повысить и скорость бурения в случае работы молотков на оптимальных режимах.

Повышение мощности бурильных молотков за счет увеличения частоты ударов позволило снизить вес молотка, приходя-



щийся на единицу мощности. Так, на 1 л. с. мощности молотка ОМ-506, выпускаемого заводом «Пневматика», приходилось 20 кг веса, а в высокочастотном молотке ПР-25л этого же завода удельный вес снижен до 10 кг/л. с.

Повышение частоты ударов в большинстве типов высокочастотных молотков достигается за счет увеличения диаметра цилиндра до 80—100 мм, уменьшения удельного веса поршня, приходящегося на единицу его площади, и сокращения величины хода поршня до 30—50 мм. Уменьшение удельного веса поршня, приходящегося на каждый квадратный сантиметр его площади, с 50—55 до 30—35 г при прежнем давлении воздуха 4—6 ати привело к увеличению ускорения поршня ударника до 1600 м/сек<sup>2</sup>. В свою очередь это позволило уменьшить ход поршня и повысить частоту ударов при сохранении неизменной энергии удара.

Если отношение длины хода поршня к диаметру цилиндра у молотков обычного типа составляло 1,15—0,85, то у высокочастотных оно уменьшено до 0,3—0,6. Наименьшая величина этого соотношения характерна для молотка Т-10с, имеющего диаметр цилиндра 100 мм и ход поршня 25 мм при весе поршня 2,6 кг. Число ударов этого молотка при давлении воздуха 6 ати достигает 3800 в минуту.

Для надежного фиксирования относительно легкого поршня-ударника в цилиндре молотка Т-10 конструкторы вынуждены были применить оригинальную форму поршня-ударника. В отличие от обычных конструкций поршень-ударник молотка Т-10 имеет два штока, при помощи которых он опирается на втулки, вставленные в передней и задней крышках молотка.

Для дальнейшего повышения частоты ударов до 5500—6000 в минуту создаются молотки с двухпоршневыми ударниками [8, 9], с ударными узлами, имеющими два поршня-ударника, которые ударяют по хвостовику бура поочередно, а также другие оригинальные конструкции.

Повышение частоты ударов возможно достичь также за счет перевода существующих молотков на работу при давлении воздуха 10—12 ати и больше. Целесообразность этого подтверждают некоторые исследования [12]. Однако для внедрения повышенного давления воздуха в практику горного дела потребуется реконструировать все пневматическое хозяйство шахт.

Как было отмечено выше, большинство созданных высокочастотных молотков относится к «ручным» бурильным молоткам. Между тем, вопрос об оптимальном числе ударов ручных бурильных молотков до сих пор не решен. Дело в том, что для полной реализации мощности высокочастотного молотка он должен подаваться на забой с усилиями подачи, значительно превосходящими усилия, которые может обеспечить бурильщик «вручную», т. е. без дополнительных приспособлений. Современные приспособления для поддержания и подачи ручных бурильных молотков в виде пневмоподдержек не исключают дополнитель-



ной затраты физической силы бурильщика. Значительная частота вибраций ручных молотков, которая передается при этом на руки и корпус бурильщика, приводит к быстрой утомляемости рабочего, а при продолжительном воздействии — к расстройству функциональной деятельности организма. Достаточных данных для оценки влияния частоты ударов на величину оптимального усилия подачи молотка и о влиянии вибраций молотка на здоровье рабочих в литературе нет. Поэтому исследование режимов работы высокочастотных пневматических бурильных молотков и обобщение опыта их эксплуатации должны помочь конструкторам в решении этого вопроса.

Нельзя считать ясным и вопрос выбора схем и механизмов воздухораспределения для того или иного типа бурильного молотка. В высокочастотных молотках в настоящее время применяется несколько типов воздухораспределительных устройств: шариковое, кольцевым фланцевым золотником, мотыльковым клапаном, дисковым или пластинчатым клапаном, трубчатым золотником и, наконец, беззолотниковое воздухораспределение. Заводы отечественного машиностроения выпускают высокочастотные молотки с мотыльковым клапаном (ПР-25л), с фланцевым золотником (ПР-24л) и с пластинчатым золотником (ПР-10, ПР-20). Преимущества того или иного механизма воздухораспределения можно выявить лишь при глубоком экспериментальном исследовании внутреннего процесса работы молотков. Необходимость в проведении таких исследований очевидна.

Различно исполнение современных пневматических молотков и по механизмам поворота бура. Английские и американские фирмы придерживаются конструкции механизма поворота с отдельным геликоидальным стержнем; фирмы «Демаг», «Медон», «Атлас-Копко» применяют поворотные механизмы с геликоидальной резьбой на штоке поршня-ударника и расположением храповой буксы в передней части молотка; фирма «Тампелла» помещает храповую буксу в задней части молотка и геликоидальная резьба выполняется на хвостовом отростке поршня. Хвостовик поршня в этом молотке одновременно выполняет функцию воздухораспределения. Интересно отметить, что поворот бура в молотке Т-10 осуществляется при переднем (рабочем) ходе поршня, что ранее встречалось лишь у телескопных молотков ВВД-45WR фирмы «Атлас-Копко», применяемых для возведения анкерного крепления выработок [6]. Успешное использование беззолотниковой схемы в молотках Т-10, по нашему мнению, обусловлено применением укороченного хода поршня и поворотом бура при рабочем ходе поршня.

Большинство высокочастотных бурильных молотков отечественных заводов имеют поворотные механизмы с отдельным геликоидальным стержнем с размещением храповой буксы сзади золотниковой коробки (ПР-10, ПР-20, ПР-23, ПР-24л). Молоток ПР-25л завода «Пневматика» имеет геликоидальную резьбу на



штоке поршня, профиль резьбы полукруглый, что обеспечивает более плотную посадку и увеличивает износостойкость поршня и поворотной гайки.

В целях большей прочности и износостойкости высокочастотных молотков для изготовления их деталей применяют разнообразные материалы — от легированных сталей до легких сплавов и чугуна. Большинство деталей обрабатывается термически.

В последних моделях молотков значительное внимание уделяется чистоте поверхности деталей. Все частные достижения в этом направлении являются секретом фирм и в литературе не публикуются. Это сдерживает совершенствование бурильных машин. Настало время обобщить достижения отдельных заводов и с учетом достижений смежных областей машиностроения создать необходимые теоретические предпосылки и методические пособия по подбору материала для характерных деталей бурильных молотков, выбору способов их термической и поверхностной обработки. Это в равной степени относится как к собственно бурильным молоткам, так и к буровому инструменту.

Не решенной до последних лет является проблема уменьшения шума пневматических молотков и уменьшения «отдачи». Между тем, с точки зрения оздоровления труда рабочих бурильщиков решение этих проблем должно быть первоочередным.

Одновременно с созданием более совершенных бурильных молотков необходимо провести работы по созданию соответствующих поддерживающе-подающих приспособлений. Проведенные нами исследования [13] показывают, что за счет применения совершенных подающих механизмов к высокочастотным молоткам можно достичь значительно большего эффекта, чем за счет перевода бурильных молотков на повышенное давление воздуха.

Наличие надежных поддерживающе-подающих приспособлений позволит дополнительно увеличить мощность бурильных машин и одновременно облегчить труд бурильщиков. Наиболее просто эти вопросы могут быть решены при создании мощных колонковых молотков. Под такими молотками мы подразумеваем мощные высокочастотные молотки, установленные на длинноходовых податчиках, позволяющих пробурить шпур одним буром на глубину 2,0—3,0 м. Для облегчения труда бурильщиков такие податчики должны устанавливаться на погрузочных машинах или на специальных буровых тележках при помощи манипуляторов. Управление молотками, податчиками и манипуляторами должно быть таким, чтобы один рабочий без значительных физических напряжений мог обслуживать несколько бурильных молотков.

Современная измерительная техника значительно увеличила возможности глубокого экспериментального исследования горных машин. Наличие разнообразных конструкций высокочастотных бурильных молотков позволяет провести их сравнительные



исследования и на этой основе разработать теоретические предпосылки для правильного выбора основных параметров высокопроизводительных бурильных молотков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов. Исследование механизма разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении и исходных параметров бурильных молотков. Кандидатская диссертация, ТПИ, Томск, 1953.
  2. О. Д. Алимов. О механизме разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении. Известия ТПИ, т. 75, Томск, 1954.
  3. Л. Д. Борисенко. Ручные пневматические бурильные молотки. Углетехиздат, 1956.
  4. Air leg-mounfed Drill. Colliery Engineering. January, 1954, p. 37.
  5. Abridged List of Products. Holman Bros. Ltd. Camborne, Englang.
  6. Drilling Equipment. Colliery Engineering. may, 1956, p. 203—205.
  7. Speed Finn—higt speed Drill. Wafer Power, 1954, vol. 6, №5.
  8. А. К. Сидоренко. Перспективы развития перфораторного бурения глубоких скважин в крепких горных породах. Горный журнал, № 4, 1957.
  9. Е. А. Сорокин. Институт Гипрорудмаш. Научно-исследовательские и проектные институты производству. Горный журнал, № 8, 1957.
  10. С. Ф. Бабенко, Г. М. Колобердян, П. С. Хуторной. Быстроударные перфораторы ПР-20 и ПР-23, Горный журнал, № 4, 1957.
  11. А. Г. Дедюра, И. Е. Погорелов. Быстроударный перфоратор ПР-10. Горный журнал, № 4, 1957.
  12. Г. Т. Ямковой. Изыскание возможности применения высокого давления при перфораторном бурении. Сборник научных трудов, НИГРИ, № 1, 1957.
  13. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, П. А. Самойлов. О целесообразности применения высокочастотных бурильных молотков. Колыма, № 9, 1957.
-